

Dai Tran
Sähköjakeluverkon suunnittelu Kauniaisissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikka

Insinöörityö

2.10.2017



Tekijä Otsikko	Dai Tran Sähkönjakeluverkon suunnittelu Kauniaisissa
Sivumäärä Aika	28 sivua + 6 liitettä 13.11.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja	Yliopettaja Jarno Varteva
<p>Opinnäytetyö tehtiin Relacom Finland Oy:lla. Relacom Finland Oy Power yksikkö suunnittelee, rakentaa, saneeraa ja ylläpitää jakeluverkkoa. Pääkaupunkiseudulla, Espoossa, Kauniaisissa ja Kirkkonummella Relacomin pääasiakkaana toimii Caruna Espoo Oy.</p> <p>Työ käsittelee jakeluverkon suunnittelua ja rakentamista kaupunkialueella. Opinnäytetyössä on käytetty todellista kohdetta, joka sijaitsee uudella kaava-alueella Bredanniitynkujalla Kauniaisissa. Projekti on tullut tilauksena Caruna Espoo Oy:lta Relacom Finland Oy:lle.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli, että lukija ymmärtäisi ja pystyisi suunnittelemaan sähkönjakeluverkkoa kaupunki alueella luettuaan opinnäytetyön. Opinnäytetyössä tuodaan esille pääperiaatteet, jotka on otettava huomioon suunnitellessa jakeluverkkoa pääkaupunki seudulla.</p> <p>Työssä perehdytään Caruna Espoo Oy:n verkkoyhtiön suunnitteluohjeisiin, pääkaupunkiseutujen vaatimuksiin jakeluverkkoa rakentaessa alueillaan, sekä sähköturvallisuusstandardiin.</p> <p>Opinnäytetyöllä läpi käyty projekti on suunniteltu valmiiksi ja hyväksytetty tilaajalla. Suunnitelmat odottavat lupia eri viranomaisilta. Rakentamisen kannalta projekti on puoliksi rakennettu. Suunnitelma alue oli helppo suunnittelun ja rakentamisen kannalta.</p>	
Avainsanat	Kaupunki verkko, Sähköverkon suunnittelu, maastosuunnittelu ja rakentaminen

Author(s) Title	Dai Tran Electricity Distribution Networks planning in the Kauniainen
Number of Pages Date	28 pages + 6 appendices 13th November 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructor(s)	Jarno Varteva, Principal Lecture
<p>The thesis was made at Relacom Finland Oy. Relacom Finland Oy Power department, does electric planning, builds, redevelopes and maintains distribution network. In the Espoo, Kauniainen and Kirkkonummi, Relacom's main customer is Caruna Espoo Oy.</p> <p>The study concerns distribution network planning and building at urban area. Real project object was used in this study, which located at new local area Bredanniitynkujja Kauniainen. Project was commissioned by Caruna Espoo Oy.</p> <p>The purpose of this study was that the reader would understand and be able to design electricity distribution network in the local area, after reading the thesis. The thesis introduces the main principles that need to be considered when are planning a distribution network at metropolitan area.</p> <p>In this study familiarize into Caruna Espoo Oy network corporation's plan instructions and metropolitan area's demands when building distribution network on their area and also into electrical safety standard.</p> <p>The project that has been completed though the study is planned to be completed and approved by the subscriber. Plans await authorizations from various authorities. From the point of view of construction, the project is semi-constructed. In my opinion, the plan area was easy for plan and construction purposes.</p>	
Keywords	City network, electricity distribution network planning, off-road planning and building.

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Relacom Finland Oy	2
3	Projekti kohteen kuvaus	4
4	Jakeluverkon suunnittelu prosessi kaupunki alueella	5
4.1	Yleisesti	5
4.2	Sähköinen suunnittelu	6
4.3	Maastosuunnittelu	7
4.4	Purkusuunnitelma	9
4.5	Projektin toteutuksen tapa	10
4.5.1	Maakaapelointi	10
4.5.2	Puistomuuntamo	13
4.5.3	Jakokaappi	16
4.6	Sijoituslupa-asiat	20
4.7	Sähkönjakelu keskeytykset projektin aikana	25
5	Yhteenveto	26
	Lähteet	27

Liitteet

Liite 1. Bredanniitynkuja kaavamääräys kartta

Liite 2. Verkkokartta nykyisestä verkosta

Liite 3. Kaapelivaraus kartta

Liite 4. Verkkokartta suunnitelmasta

Liite 5. Muuntamokaavio

Liite 6. Sijoituslupahakemus pohja Kauniainen

Lyhenteet

ICT	Information and communications technology, (tieto ja viestintäteknologia)
KJ	Keskijännite
PJ	Pienjännite
PKS	Pääkaupunkiseutu
RHK	Ratahallintokeskus
SML	Sähkömarkkinalaki

1 Johdanto

Relacom Finland Oy Power on Relacom Finland Oy:n yksi toimintayksiköistä. Power on erikoistunut jakeluverkkojen suunnitteluun, rakentamiseen, saneeraukseen, ylläpitoon sekä vika- ja poikkeustilanteiden hallintaan. Bredanniitynkujan projekti on tehty Power-toimintayksikössä Veikkolassa. Projektilla rakennettiin jakeluverkko uudelle kaava-alueelle. Veikkolan yksikön toiminta-alue on Carunan sähköverkko Etelä-Suomessa eli Espoo, Kauniainen ja Kirkkonummi.

Sähkömarkkinalain toimitusvaatimukset vaativat sähköverkkoyhtiöitä tekemään sähköverkoista varmempia. Siihen päästäkseen sähköverkkoyhtiöiden on rakennettava uudet ja saneerattava vanhat verkot siten, että verkko on säävarma. Kaupungeissa tähän on pyritty rakentamalla verkko maakaapeloimalla.

Kyseinen projekti alue on Kauniaisten kaupungissa, Bredanniitynkujalla. Alueelle suunniteltiin uutta kaava-aluetta. Relacomilla tehtiin suunnitelmaprosessista ja projektin vetämisestä yhtenäinen suunnitelma, koska projektit vetää alusta loppuun asti yksi henkilö. Projektissa otettiin myös huomioon turvallisuusasiat sähköverkkoa rakentaessa, esimerkiksi suunnitellessa KJ-ilmalinjan purkua.

Insinööritöössä käydään suunnitelman eri vaiheita läpi, miten kyseinen projekti on toteutettu ja erityisesti, mitä on huomioitava suunnitettaessa sähkönjakeluverkkoa kaupunkialueella. Insinööritö on tehty verkostosuunnittelijan, maastosuunnittelijan, dokumentoijan ja projektivastaavan näkökulmasta. Suunnitelman raamit tulevat Caruna Espoo Oy:lta ja PKS-ohjeista.

2 Relacom Finland Oy

Relacom tunnettiin aikaisemmin nimellä Telavie ennen kuin Altor Equity Partners osti norjalaisen Bravida Telecomin eli Televien vuoden 2004 lopussa. Toukokuussa 2005 Altor Equity Partnersista tuli Flextronics Network Servicesin enemmistöomistaja. Myöhemmin yritykset fuusioitiin johtavaksi pohjoismaiseksi verkkopalvelun tarjoajaksi, joka tunnetaan nykyään Relacomina.

Relacom Finland Oy kattaa yrityksenä koko Suomen. Relacom Finland Oy:ssa on kolme liiketoimintayksikköä, Telecom, Power ja ICT. Telecomin asiakkaina ovat valtakunnalliset ja paikalliset operaattorit, Suomen valtio sekä asuin- ja liikekiinteistöt. ICT:n asiakkaat toimivat erilaisilla toimialoilla. ICT-palvelut ovat esimerkiksi IT-integraattoreille ja IoT-laitejärjestelmien loppukäyttäjille. Powerin pääasiakkaina toimivat Elenia Oy ja Caruna Oy, joille Relacom suunnittelee, rakentaa ja ylläpitää sähkön jakeluverkkoja. Power toimii myös alueverkkojen ja sähköasemien käyttöönotossa sekä kunnossapidossa. Relacomin pääkaupunkiseudulla pääasiakkaana toimii Caruna. [1.]

Relacom toimii Pohjoismaissa, Norjassa, Tanskassa, Ruotsissa ja Suomessa. Yrityksellä on Pohjoismaissa yhteensä yli 400 toimipistettä ja yli 3000 työntekijää. Suomessa Relacom Finland Oy:lla on yli 650 työntekijää ja 50 toimipistettä. [1.]

Power-yksikkö

Energiamarkkinat ovat kehittyneet viime vuosina nopeasti ja tulevat muuttumaan tulevaisuudessa edelleen toimitusvarmuuden kiristyessä. Nämä muutokset ovat edellyttäneet suuria investointeja sähköverkkoyhtiöiltä sähkö- ja energiainfrastruktuureihin. Verkkoyhtiöiden omien sisäisten resurssien kehittämisen ja lisäämisen sijaan monet ovat käyttäneet urakoitsijoita tekemään oman ydinliiketoimintansa ulkopuolisia tehtäviä. Relacom Power on yksi näistä urakoitsijoista.

Relacom Powerin palveluihin kuuluvat jakeluverkkojen suunnittelu, rakentaminen, saneeraus, ylläpito sekä vika- ja poikkeustilanteiden hallinta. Relacom hoitaa myös näiden lisäksi projektinhallinnan, johtamisen ja ovat yhteydessä tärkeisiin loppuasiakkaisiin jotka esimerkiksi ovat tilanneet uuden sähköliittymän. Relacom Power toimii Elenian ja Carunan sähköverkkoyhtiöiden alueilla. Tämä työ on tehty Relacom Power Veikkolan toimipisteessä, joka on pääkaupunkiseudun yksikkö. Veikkolan yksikkö on perustettu 2014 Veikkolan teollisuusalueelle. Yksikön toimialueena on Etelä-Suomi, jossa Caruna verkkoyhtiö toimii. [1.]

Caruna

Caruna perustettiin 2014 Suomi Power Networks ostettua Fortumin sähkönsiirtoliiketoiminnan Suomessa. Caruna on Suomen suurin sähkönsiirron liiketoimintaan keskittyvä yritys. Heillä on yli 650 000 yksityis- ja yritysasiakasta, joka tarkoittaa sitä että 20% suomalaisista kodeista ja yrityksistä saa sähkönsä Carunalta. Carunan henkilöstöön kuuluu yli 270 työntekijää ja ulkopuolisia ammattilaisia on töissä Carunan projekteissa eri puolilla Suomea yli 2000 henkilöä. [2.]

Caruna on kahdella Energiaviraston verkkotoimiluvalla toimiva verkkoyhtiö, Caruna Oy ja Caruna Espoo Oy. Kuvassa 1. on esiteltynä Carunan jakelualueet koko Suomessa. Caruna Oy:n sähköverkko hallinnoi sähköverkkoa Koillismaalla, Satakunnassa, Etelä-Pohjanmaalla, sekä Lounais- ja Etelä-Suomessa. Caruna Espoo Oy hallinnoi sähköverkkoa Joensuussa, Kirkkonummella, Espoossa ja Kauniaisissa. [2.]

Carunan suurimmat omistajat ovat kansainväliset infrastruktuurisijoittajat First State Investments (40%) ja Borealis Infrastructure (40 %) sekä Suomi Power Networks Oy, jonka osakkaita ovat suomalaiset eläkevakuutusyhtiöt Keva (12,5 %) ja Elo (7,5 %). [2.]

Vuoden 2013 sähkömarkkinalain tultua voimaan Caruna on asettanut tavoitteekseen saneerata 82 000 kilometrin mittainen verkkonsa 2028 vuoteen mennessä ja rakentaa kaikki uudet verkkonsa maakaapelioimalla. Teknisten ratkaisujen lisäksi Caruna parantaa verkon luotettavuutta hoitamalla sähkölinjojen läheisyydessä olevia metsäalueita.

alueelle rakennetaan tarvittava määrä jakokaappeja, joihin pitää suunnitella ottaa huomioon mahdolliset tilavaraukset. Tilauksessa oli myös määritelty Keskijänniteverkon muutokset, junaradan alitus, olemassa olevan KJ-ilmajohdon purku ja se, mitä KJ-kaapelia on käytettävä projektilla.

Maastosuunnittelijan tehtävänä oli laatia ensimmäisenä putkitussuunnitelma kadunrakennusta varten, jotta kaupunki pääsi viimeistelemään kaava-alueen ja myöhemmin ei tarvitsisi aukaista kokonaan rakennettuja teitä vaan olemassa oleviin putkiin voisi sijoittaa maakaapelit. Radan alitus ja reitti puistossa olivat kadunrakennusurakan ulkopuolella, joten nämä suunniteltiin Bredanniitynkujan projektille.

4 Jakeluverkonsuunnittelu prosessi kaupunki alueella

4.1 Yleisesti

Sähkönjakeluverkolla tarkoitetaan jakeluverkkoa, jota valvoo kyseisen alueen sähköverkkoyhtiö, pääkaupunkiseudulla nämä sähköverkkoyhtiöt ovat Helen Sähköverkko Oy, Vantaan Energia Sähköverkot Oy ja Caruna Espoo Oy. Tämä työ on tehty Relacom Finland Oy:lla, joka hoitaa Caruna Espoo Oy:n sähkönjakeluverkkoa. Jakeluverkko koostuu enimmäkseen 20 kV:n keskijänniteverkosta ja 0,4 kV:n pienjänniteverkosta. 20 kV:n keskijänniteverkko, jota kutsutaan myös runkoverkoksi, muunnetaan muuntoasemilla 0,4 kV:n pienjännitteeksi, joka on laitteille sopivampi. Runkoverkko muunnetaan mahdollisimman lähellä kuluttajaa pienjännitteiseksi jännitehäviöiden minimoimiseksi. Kaupungissa tämä tapahtuu alle 2 km kuluttajasta.

1.9.2013 voimaan tullut uusi sähkömarkkinalaki jakaa asiakkaat kahteen eri ryhmään, joiden sähkön toimitusvaatimukset ovat erilaiset. Asemakaava-alueilla asuvien asikkaiden sähkökatko saa kestää enintään kuusi tuntia ja asemakaava-alueen ulkopuolella enintään 36 tuntia. Pääkaupunki seudulla kaikki alueet ovat asemakaavoitettuja alueita. [4.]

Uuden sähkömarkkinalain tultua käytäntöön on kaupungeissa pyritty rakentamaan kaikki uudet sähköverkot säävarmoiksi maakaapeloimalla sekä saneeraamalla vanhat

ilmaverkot maakaapeleiksi. Maakaapeloitu verkko on suojassa mahdollisilta myrskyiltä ja lumikuormien aiheuttamilta vaurioilta.

4.2 Sähköinen suunnittelu

Sähköinen suunnittelu aloitetaan, kun on käyty tilaajan kanssa projektin aloituspalaveri. Suunnittelija aloittaa suunnittelun aukaisemalla alustavan suunnitelman Trimble Nisissä. Alustavana suunnitelmana on merkitty yleensä uudet muuntamot, erontinasemat, kytkinasemat ja KJ-kaapeloinnit. Bredanniitynkujan projektin alustavana suunnitelmana oli merkitty muuntamon sijainti ja KJ-kaapelointireitti.

PJ-kaapelit pyritään aina sijoittamaan samaan ojaan kuin KJ-kaapelit. Sähköiseen mitoitukseen kuuluu muuntamopaikkojen ja KJ-kaapeleiden alustava kartoitus. Lisäksi sähköteknisessä mitoituksessa on otettava huomioon verkon jännitehäviöt, nollausehdot ja kuormitusvirrat. Kuormitusvirrat ja jännitehäviöt voidaan laskea Trimble Nisin laskentatyökalulla.

Kuormitusvirtojen laskennassa tulee ottaa huomioon seuraavia asioita:

- Muuntaja vaihdetaan, jos kuormitusasete ylittää 100 % tai järjestetään verkon kuormia.
- Sulakkeiden on kestävä laskennallinen kuormitusvirta.
- Johtimien on kestävä kuormitusvirta.
- Jakokaappien tyypillinen nimellisvirta on 400 A tai 630 A, ja niiden on kestävä kuormitusvirrat.
- PJ- verkon ylivirta- ja vikasuojaukset sulakkeilla ovat SFS 6000:n mukaan.
- Pienimmät sallittavat jännitetasot ovat taajamassa 220 V ja maaseudulla sekä haja- asutusalueella 215 V.
- Riittävät oikosulkuvirrat pitää olla liittymispisteissä.

Sähköisen suunnittelun valmistuttua lähetetään suunnitelma vielä tilaajan suunnittelijalle tarkistettavaksi ja hyväksyttäväksi. [5.]

4.3 Maastosuunnittelu

Maastosuunnitelma tehdään suunnitelma-alueelle yleensä silloin, kun sähköinen suunnitelma on valmis. Maastosuunnittelu kannattaa aloittaa sähköisen suunnitelman loppu vaiheessa. Tällöin maastokäynnin jälkeen sähköiseen suunnitelmaan voidaan tehdä vielä muutoksia. Maastosuunnitelmaa tehdessä on minimoitava asennushaitat ja taloudelliset kustannukset sekä suunnitella johdon asentaminen maastoon pyrkien mahdollisimman lyhyeen johtopituuteen.

Esimerkiksi maastokäynnin yhteydessä voi tulla muutoksia kaapelireitille. Pääkaupunkiseudulla kaapelireitti pyritään aina sijoittamaan kevyen liikenteen reunaan asfaltoimattomalle alueelle taloudellisista syistä. Esimerkiksi maastokäyntiä tehdessä saattaa huomata, että kevyen liikenteen reunaan onkin pystytetty puita eikä siihen mahdu sijoittamaan kaapelia. Tällöin kaapelireitti joudutaan suunnittelemaan uudestaan.

Ennen maastokäyntiä on hyvä selvittää alueen johtotiedot, varsinkin kaupunkialueilla. Johtotiedoista selviävät sähkö-, puhelin-, kuitukaapeleiden sekä vesi-, lämpö-, ja viemäputkien sijainnit. Johtotietokartasta saattaa myös näkyä mahdolliset suojaputkivaraukset, jotka ovat vapaana. Nämä tiedot helpottavat todella paljon maastosuunnittelua, varsinkin tiedot vapaista suojaputkien sijainnista ja siitä monta niitä on asennettuna. Kaupunkiolosuhteissa maastosuunnittelijan tavoite on aina suunnitella sähkökaapelireitti siten, että käytetään olemassa olevia putkia, tai niin, ettei ajo- eikä pyöräteitä jouduttaisi rikkomaan vaan kaapelireitti kulkisi kevyenliikenteen reunaa pitkin.

Maastosuunnittelijan tehtäviin kuuluu myös hankkia tarvittavat sijoitusluvat maanomistajilta, joka voi olla yksityinen maanomistaja, kunta, kaupunki, aluehallintavirasto (AVI) tai elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY). Maastosuunnittelija ottaa kyseiseen maanomistajaan tai viranomaiseen yhteyttä ja sopii hänen kanssaan esimerkiksi kaapelin sijoittamisesta suunnitellulle alueelle, jonka jälkeen hän antaa myönteisen tai kielteisen päätöksen sijoitusluvalle. Maanomistajan

tai viranomaisen antaessa kielteisen päätöksen sijoitusluvalle joudutaan suunnittelemaan tai neuvottelemaan uudesta kaapelireitistä.

Bredanniitynkujan maastosuunnittelun ensimmäinen vaihe oli muuntamon ja KJ-kaapeloinnin kartoitus, jonka jälkeen suunniteltiin PJ-kaapelin reitti. Alue oli maastoltaan helppoa suunnittelun ja rakentamisen kannalta. Tonttirajat olivat selvät kartalla sekä maastossa. PJ-kaapelit pyritään aina sijoittamaan samaan kaapeliojaan kuin KJ-kaapelit, kustannussyistä. Projektissa oli tärkeää selvittää, mistä kohtaa KJ-kaapeli pääsisi alittamaan junaradan. Tämä selvitettiin maastokäynnin yhteydessä. Maastokäynnin jälkeen viimeisteltiin sähköinen suunnitelma ja korjattiin KJ-kaapelin reittiä hieman junaradan alituksen kohdalta. Kuvassa 2 näkyy viimeistelty sähköinen suunnitelma. Suunnitelmassa näkyy muuntamon ja jakokaappien sijainti sekä KJ- ja PJ-kaapeleiden reitit.



Kuva 2. Viimeistelty sähköinen suunnitelma maastokäynnin jälkeen.

4.4 Purkusuunnitelma

Pylväiden ja ilmakaapeleiden purkutyön alkaessa tulee suunnittelijan hankkia tilaajalta pylväitä koskevat tarvittavat tiedot, jos ne ovat saatavissa. Suunnitelmaa tulee sisältyä purkutyöselostus, jossa on kaikki tarvittavat tiedot, jotta purkutyö voidaan tehdä turvallisesti. Suunnitelmassa arvioidaan myös työmenetelmä, joka parhaiten soveltuu ko. kohteeseen. Purkutyön suunnittelun ja toteutuksen lähtökohtana on se, ettei purettavaan pylvääseen kiivetä. Jos kuitenkin muiden menetelmien käyttäminen eri syistä ei sovellu työhön, voidaan purkutyö tehdä pylvääseen kiipeämällä.

Purkutyö tehdään aina työsuunnitelman mukaisesti. Suunnitelmassa esitetään käytettävä purkutyömenetelmä, työjärjestys, erityisen turvallisuusnäkökohdat ja mahdollisen pylvääseen kiipeämisen varalta tarvittavat toimenpiteet ja varmistuksen. Lisäksi on laadittava liikennejärjestelyt ja varoitusmerkinnät tien koosta riippumatta. Ennen purkutyötä aloittamista varoitetaan alueella olevia ulkopuolisia henkilöitä, maanomistajia yms. työn aiheuttamista vaaroista.

Bredanniitynkujan projektissa puretaan olemassa oleva KJ-ilmalinja, joka tällä hetkellä ylittää junaradan. Ennen purkua tilalle ensin maakaapeloidaan junaradan ali KJ-kaapeli. Purettavaa on noin 100 metriä KJ-ilmajohtoa ja kolme pylvästä sekä pylväiden harukset.

Kuvasta 3 näkyy ko. purkusuunnitelma. Purkutyö aloitetaan kuvan mukaisesti Bredanniitynkujalta. Pylväitä ei tarvitse erikseen tukea, sillä pylväät ovat tuettuja oikeista kulmista. Ensin pudotetaan KJ-ilmakaapeli Bredanniitynkujan pylväiden väliltä maahan. Tämän jälkeen pudotetaan KJ-ilmakaapeli junaradan päältä hallitusti ratahallinnon ilmakaapeleiden päälle, josta KJ-ilmakaapeli vedetään pois. Ennen KJ-kaapelin pudotusta ratahallinto laittaa rataosan kylmäksi ja sieltä tulee asentajat maadoittamaan radan purkutyön ajaksi. Kun KJ-ilmakaapeli on poistettu, puretaan pylväät ja harukset.



Kuva 3. Purkus suunnitelma.

4.5 Projektin toteutuksen tapa

Bredanniitynkujan kaava-alueen sähköverkon rakentaminen tapahtui maakaapeloimalla, sillä Kauniaisten kaupunki ja Carunan tavoitteena on maakaapeloida suurin osa sähköverkostaan. Alueelle rakennetaan yksi puistomuuntamo, kaksi jakokaappia, KJ- ja PJ-maakaapeliverkkoa sekä puretaan KJ-ilmajohtoverkko. Nämä kaikki sähköverkon komponentit oli määriteltä hankekuvauksella, paitsi jakokaapit. Jakokaapit sijoitettiin siten, että ne toimivat sähköverkon maadoituspisteinä ja ovat mahdollisimman lähellä pienjänniteverkon kulutuspiistettä.

4.5.1 Maakaapelointi

Maakaapeloidessa käytetään maahan asennettavaksi tarkoitettuja vaipallisia kaapelityyppejä. Kaapeleita on kahden eri tyyppistä: kaapeleita jotka on varustettu maadoitettavalla metallisella kosketussuojalla (MCMK, AMCMK tai AXCMK) tai

kaapeleita, jotka on ilman maadoitettavaa kosketussuojaa (AXMK tai AXMKE). [7.] Kuvassa 6 näkyy AXMK-voimakaapeli.

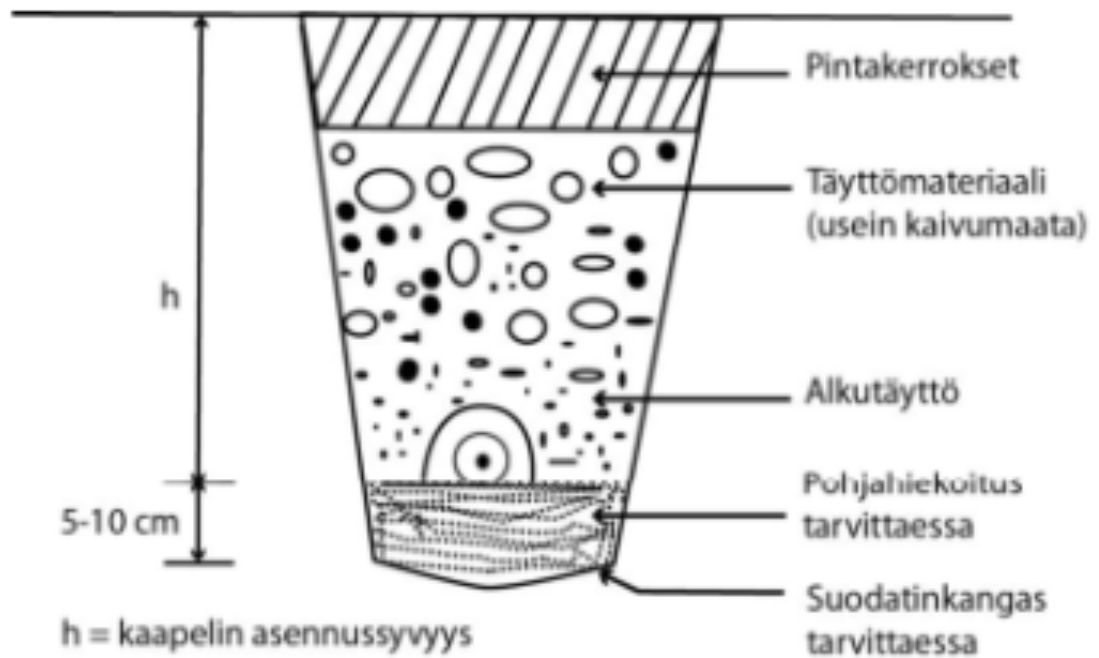
Caruna on ohjeistanut heidän urakoitsijoitaan käyttämään vain tiettyjä kaapeleita ja tietyn kokoisia kaapeleita:

- AXMK 4x50
- AXMK 4x95
- AXMK 4x150
- AXMK 4x240
- AXMK 4x300



Kuva 4. AXMK-voimakaapeli [6.]

Maakaapeloidessa on asennettava kaapelit tarpeeksi syvälle. Kaapelin asennus syvyydeksi suositellaan vähintään 0,7 m:n syvyyteen. Maadoitettavalla metallisella kosketussuojalla varustettu kaapelilla, voidaan käyttää riippuen asennuksen tekijän ja haltijan ohjeistuksista pienempää asennussyvyyttä. Jos kaapeli asennetaan alle 0,3 m syvyyteen, kaapeli täytyy suojata mekaanisesti esimerkiksi suojaputkella. Kuvassa 5 on havainnollistettu kaapelioja poikkileikkauskuvalla.



Kuva 5. Kaapeliojan periaatteellinen poikkileikkaus [7.]

Asennettaessa maahan kaapeleita, joissa ei ole maadoitettavaa kosketussuojaa, tulee tuolloin noudattaa kaapelin mekaanisessa suojauksessa eri asennussyvyyksille tarkoitettua taulukkoa 1. [7.]

Taulukko 1. Ilman metallista kosketussuojaa olevan maakaapelin suojaus eri asennussyvyyksillä [7.]

Kaapelin asennussyvyys h	Standarin SFS-EN 50086-2-4 mukaisen iskunkestävyyden mukaan	Standarin SFS 5608 mukaisen lujuusluokan mukaan
$h > 0,7$	merkkinauha	merkkinauha
$0,5 \text{ m} < h \leq 0,7 \text{ m}$	Kevyt käyttö L	Kevyt käyttö C

0,3 m ≤ h ≤ 0,5 m piha ja puistoalueilla	Normaali käyttö N	Raskas käyttö A
0,3 m ≤ h ≤ 0,5 m muilla alueilla	Normaali käyttö N	Keskiraskas käyttö B

Asennettaessa kaapelia maan pinnalle kaapeli on suojattava luotettavasti kiinnitetyllä raskaan käytön A-luokan suojaputkella, betonikourulla, betonivalulla tai vastaavalla tavalla. Kiinnittäessä kaapelia kallion pintaan suositellaan käytettäväksi muototerästä, putkea tai kourua sekä lisäksi päälle tehtyä betonivalua. Kaapelin noustessa maasta tai vedestä pinnalle kaapeli on suojattava muototeräksellä, vähintään lujuusluokan 4 asennusputkella tai samalla tavalla vähintään 1,5 m:n korkeudelle ja liikenneväylän varrella vähintään 2 m:n korkeudelle maan pinnasta sekä suojauksen on ulotuttava maan tai veden pinnan alle. [7.]

Espoo ja Kauniaisten kaupungissa on ohjeistettu, että kaikki uudet rakennettavat maakaapelit heidän kaupungissa tulee suojata suojakourulla tai asennettava suojaputkeen sekä upotettava 0,7 m:n syvyyteen. KJ-kaapelit suojataan aina omalla suojaputkella ja PJ-kaapeleita voidaan sijoittaa useampia samaan putkeen. Pääkaupunkiseudun-ohjeistuksen mukaan A-luokan suojaputkea tulee käyttää teiden alituksessa ja muualla voidaan käyttää B-luokan suojaputkea.

Kaupungeissa on pyritty maakaapeloimaan suurimman osan verkosta sähkömarkkinalain kiristyttyä vuoden 2013 jälkeen. Sähkömarkkinalaissa määrättiin, että taajama-alueilla vuoteen 2023 mennessä saa asiakkaan katko kestää vain maksimissaan kuusi tuntia. Maakaapeloimalla kaupunkialueiden verkot mahdollistetaan se, että katkoajat saadaan minimoitua maakaapeleiden ollessa suojassa maan alla myrskyiltä.

4.5.2 Puistomuuntamo

Suunnittelutyö lähtee liikkeelle puistomuuntamoiden sijoituspaikkojen selvittämisellä. Puistomuuntamo asettaa ehdot keskijänniteverkolle sekä pienjänniteverkolle, jonka

takia puistomuuntamon sijoituspaikan selvittäminen on ehdoton edellytys suunnitelmaa aloittaessa. Puistomuuntamo yritetään sijoittaa aina mahdollisimman lähelle pienjänniteverkon kuormituksen painopistettä, jotta saadaan runkojohtojen pituuden minimoitua ja siten oikosulkuvirta maksimoitua. Tämä on yksi puistomuuntamon sijoittamisen pääperiaatteista, mutta kuitenkin kannattaa puistomuuntamon sijoittamista tarkastella ensisijaisesti keskijänniteverkon ehdoilla. Muuntamo sijoitetaan siten, että nykyiset KJ-kaapelit saadaan käännettyä suoraan muuntamoon jatkamatta tai siten, että rakennettaisiin mahdollisimman vähän uutta KJ-kaapelia. Tällä tavoin vältetään kalliiden KJ-kaapeleiden jatkojen tekemisiltä ja uusien asentamiselta.

Asemakaava-alueella muuntamot sijoitetaan yleensä ET-tonteille eli Yhdyskuntateknistä huoltoa palvelevien rakennusten ja laitosten alueelle, kaupungin tai kunnan omistamalle tontille. Muuntamo sijoitetaan ET-tontille vain silloin, kun kaavoitetaan uutta asuinaluetta, johon rakennetaan uutta jakeluverkkoa. Saneerattaessa verkkoa muuntamot sijoitetaan pääsääntöisesti kaupungin tai kunnan omistamalle tontille mahdollisimman lähelle tontin rajaa. Viimeisenä vaihtoehtona on muuntamon sijoittaminen yksityisen omistamalle tontille.

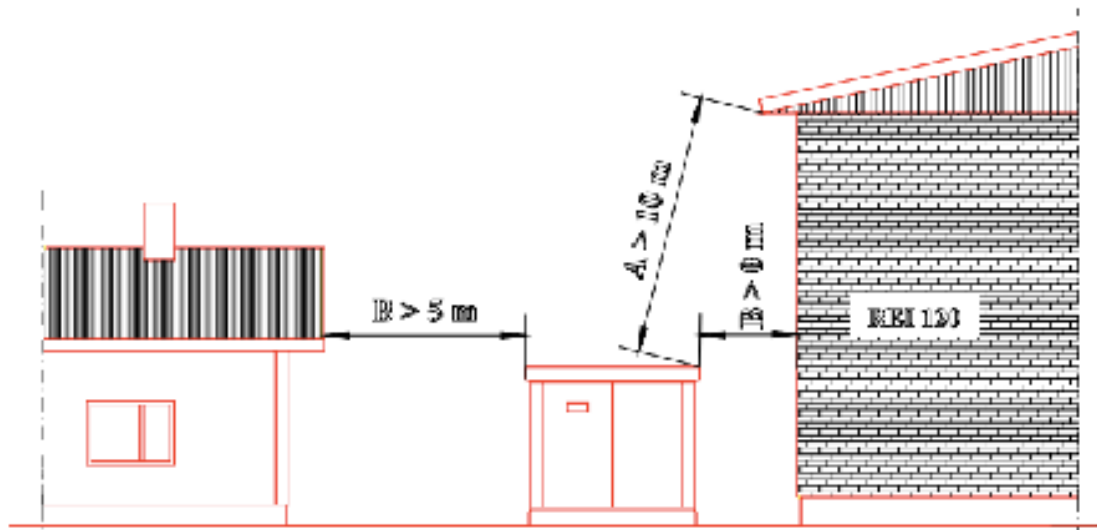
Kun muuntamolle on löydetty sijoituspaikka, joka on pienjänniteverkon painopisteessä ja täyttää keskijänniteverkon ehdot, on tarkasteltava myös sijoituspaikan maastoa. Muuntamon sijoituksessa on suositeltavaa hyödyntää valmiiksi kivettämiä ja puuttomia alueita. Tällä tavoin muuntamon perustuksen voi tehdä helpoissa olosuhteissa, mikä vähentää kustannuksia. Puuttomia alueita suositellaan, koska asemakaava-alueilla voi olla, että puun kaatamiselle ei välttämättä saada lupaa. Rinteeseenkään muuntamoa ei suositella sijoittamaan, jotta perustustyön yhteydessä ei tarvitse tuoda lisää maainesta, joka toisi työlle lisäkustannuksia. Lisäksi on huomioitava, että muuntamo vaatii ympärilleen 1,5 m vapaata tilaa.

Maastosuunnittelijan suunnitellessa muuntamolle sijoituspaikkaa tulee ottaa huomioon myös standardin SFS 6002 ilmajohtojen läheisyydessä tehtäviä töitä koskevat vaatimukset. Kyseisiä vaatimuksia tulee noudattaa, jos avolinjaa ei voida kytkeä jännitteettömäksi muuntamon nostotyön ajaksi. Esimerkiksi työskenneltäessä keskijänniteilmajohtojen lähetyvillä puominosturilla ei koneen työalue mahdollinen taakka mukaan luettuna saa ulottua 3 m lähemmäksi keskijännitelinjasta. [8.]

Pääsääntöisesti puistomuuntamo sijoitetaan siten, ettei maantieltä suistuva ajoneuvo voi törmätä muuntamoon eikä se saa muodostaa näköestettä. Mikäli puistomuuntamo

suunnitellaan lähelle liikenneviraston hallinnoimaa tiealuetta, se tarvitsee maantielain mukaisen luvan, joka koskee tiealueeseen kohdistuvaa työtä sekä rakennelmien ja laitteiden sijoittamista tiealueelle. Lisäksi tulee ottaa huomioon, että teiden suoja-alue ulottuu 20 m:n päähän ajoradan keskilinjasta. Suoja- tai näkemäalueelle sijoitettava puistomuuntamo vaatii aina tienpitoviranomaisen poikkeamispäätöksen. [9.]

Muuntaja, joka sisältää vähintään 200 l luokan 01 eristysnestettä, tulee noudattaa kuvan 6 etäisyyksiä lähellä olevista rakennuksista, jos muuntamossa ei ole valmiiksi erityisiä palonkestävyysominaisuuksia. Mikäli muuntamo lähellä olevien rakennusten osastoivuus on huonompi kuin EI 120, tulee muuntamon etäisyys rakennuksesta olla vähintään 5 m ja pystysuunnassa 10 m. Etäisyydet voivat olla pienempiä, jos muuntamo rakennetaan omaksi palo-osastokseen käyttämällä vähintään EI 120 luokkaisia osastoivia rakennusosia.



Kuva 6. Puistomuuntamon sijoitus paloturvallisuuden kannalta.

Bredanniitynkujan projektilla on suunniteltu rakennettavaksi puistomuuntamo ABB Jupiter W16, johon tulee 1000 kVA:n muuntaja. Muuntamokoppi on pituudeltaan 3,634 m, leveydeltään 2,343 m ja korkeudeltaan 2,558 m. Muuntamokoppi on jaettu PJ ja KJ puoliksi. KJ puoli, johon tulee muuntaja, on pituudeltaan 2,160 m, leveydeltään 1,273 m ja korkeudeltaan 2,239 m.

4.5.3 Jakokaappi

Jakokaappi kuuluu sähköjakeluverkonjärjestelmä komponentteihin. Jakokaapin koko riippuu siitä, mikä runkokaapeli syöttää jakokaappia tai siitä mitä jakokaapista lähtee. Caruna on ohjeistanut urakoitsijoitaan käyttämään ABB:n valmistamia jakokaappeja.

ABB:n Kabeldon CDC- ja SDC- jakokaapit voidaan varustaa 400 A:n tai 630 A:n kiskostoilla. Jakokaapit perustuvat kosketussuojattuun kiskojärjestelmään, johon kojeet voidaan asentaa omavalintaiseen järjestykseen nimellisvirrasta riippumatta. Kyseisellä jakokaappi mallilla jokaisella komponentilla on IP2X-kotelointiluokka sekä moduulisidonnainen mitta, joka on 12,5mm. Tämän avulla asennukseen tarvittava tila voidaan laskea helposti ja valita sopiva kaappi. [10.]

Jakokaappia sijoitettaessa voidaan käyttää samanlaisia periaatteita kuin muuntamoja sijoitettaessa. Jakokaapit sijoitetaan tyypillisesti mahdollisimman lähelle pienjänniteverkon kulutuspistettä. Tällöin jakokaapilta voidaan viedä liittymiskaapelia mahdollisimman monelle kulutuspisteelle. Jakokaapin sijoituspaikan valinnassa on myös huomioitava sähköverkon vaatimukset maadoitusten osalta, sillä jakokaappeja voidaan käyttää myös sähköverkon maadoituspisteinä.

Sijainnin päätettyä valitaan jakokaapin koko. Koon valinnassa täytyy ottaa huomioon, jakokaapin sijainti, kuten tuleeko alueelle lisää tarvetta sähköliittymille. Tällöin kannattaa valita jakokaappi siten, että myöhemmin ei tarvitse vaihtaa jakokaappia uuteen tilan puutteen takia.

Jakokaappien koko saadaan selville laskemalla yhteen kojeiden moduulien lukumäärä. Taulukosta 2 nähdään, kuinka monta moduulia ABB:n SLD-malliset jonovarokeytkimet ja ABB ADB3M-kiskoliitäntä vievät.

Taulukko 2. Moduulien määrä eri jonovarokeytkimillä ja kiskoliitännällä.

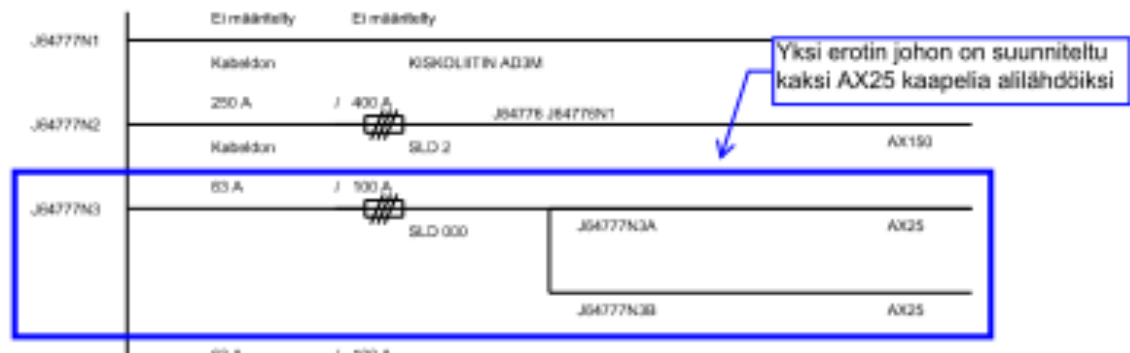
SLD 000	3 moduulia
SLD 00	4 moduulia
SLD 1	10 moduulia
SLD 2	12 moduulia
ADB3M	3 moduulia



Kuva 7. Jakokaappi ja sen sisältö Bredanniitynkujalla.

Uusien jakokaapin täyttö yleensä aloitetaan edeten vasemmasta reunasta oikeaan, kuten kuvassa 7 näkyy. Jakokaappiin sijoitetaan ensimmäiseksi jakokaapin syöttökaapelit ADB3M-kiskoliitoksilla ja näiden jälkeen jatkavat runkokaapelit kytketään 400 A SLD2-jonovarokeytkimiin. Syöttökaapelit voidaan joissakin tapauksissa asentaa myös jakokaapin keskelle. Jakokaappien syöttökaapeleiden asennus jakokaapin keskelle kannattaa tehdä varsinkin silloin kun on kyseessä suuremmat jakokaapit, joissa on paljon suurvirtaisia lähtöjä, joiden takia jakokaapin kiskoston kuormitus on kriittinen. Runkokaapeleiden asennuksen jälkeen tulevat, kerrostalojen ja omakotitalojen eri kuitukaappien ja vesipumppaamojen liittymiskaapelit. Omakotitalojen liittymiskaapelit ovat yleensä AXMK25, jolloin käytetään SLD000-jonovarokeytkintä. SLD000-jonovarokeytkimiin voidaan asentaa alilähtöinä toisenkin omakotilon

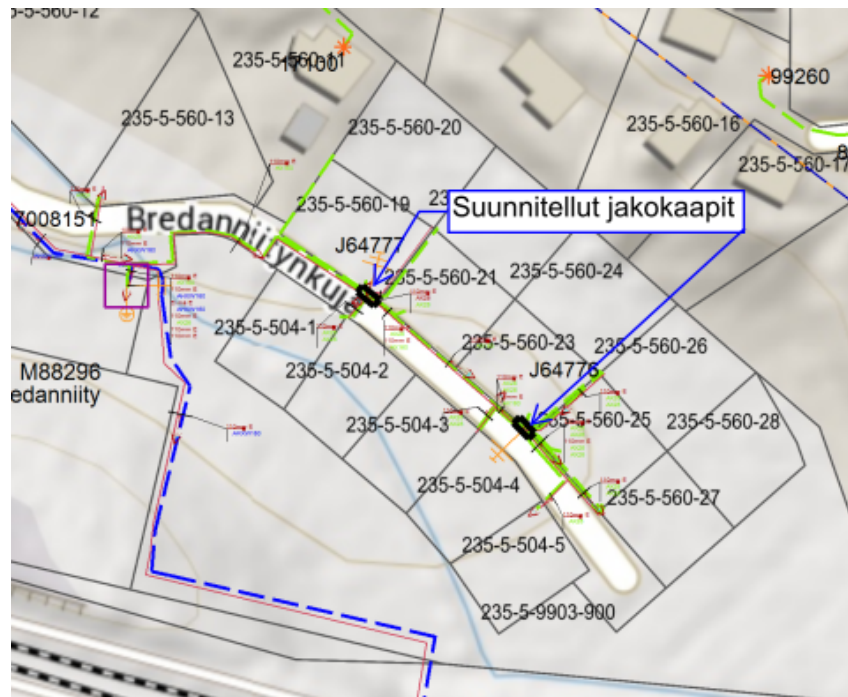
liittymiskaapeli, jos sen liittymiskaapeli on myös AXMK25. Alilähtöjä tehdään, jotta säästetään tilaa jakokaapissa sekä kustannussyistä. Kyseistä asennustapaa on käytetty opinnäytetyön esimerkki suunnitelmassa, ks. kuva 8.



Kuva 8. Jakokaappikaavio

Erikoistapauksina ovat kuitenkin kuluttajat, jotka tuottavat omaa sähköä esimerkiksi aurinkopaneeleilla. Itse sähköä tuottaville kuluttajille varataan omat lähdöt jakokaapista, jotka varustetaan varoitustekstillä. Varoitustekstissä varoitetaan kyseisen jakokaapin kanssa työskenteleviä takajännitteestä.

Bredanniitynkujan kaava-alueen projektilla käytettiin kahta jakokaappia. Työllä käytettiin ABB Kabaledon CDC 640, jonka kiskoston mitoitusvirta on 630 A. Jakokaappeja sijoittaessa otettiin huomioon kaava-alue, montako tonttia alueella ja miten tiet on rakennettu kaava-alueella. Näitä huomioiden jakokaapit sijoitettiin pienjänniteverkon kulutuspisteisiin, jotta saatiin mahdollisimman monen kuluttajan kaapelit jakokaappiin siten, että kaapeleiden kaapelointi matka oli alle 100 m. Carunan ohjeistusten mukaan maakaapeloinnin ylittäessä 100m jouduttaisiin käyttämään AXMK50-kaapelia 25 A:n liittymissä. Kuvassa 9 nähdään alueen jakokaappien sijoitukset.



Kuva 9. Suunnitellut jakokaapit verkkokartalla.

4.6 Sijoituslupa-asiat

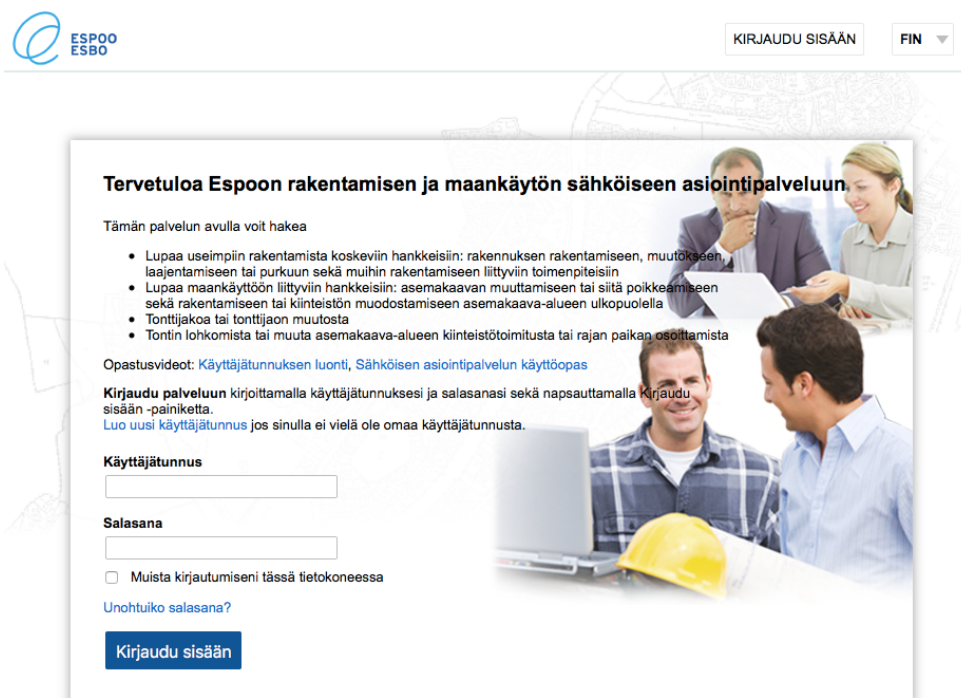
Sijoitusluvalla tarkoitetaan lupaa, jolla saadaan sijoittaa sähköverkon komponentti alueen omistajan alueelle. Jakeluverkon toiminta-alueella nämä laitteet omistaa yleensä jakeluverkkoyhtiö. Sijoituslupien haku kuuluu suunnittelijan tehtäviin. Suunnittelija hakee sijoitusluvalla kaapelireitille ja eri sähköverkon komponenteille luvat niiden sijoittamiselle.

Sijoituslupia haetaan:

- kunnilta
- kaupungeilta
- maanomistajilta
- elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselta (ELY)
- aluehallintavirastolta.

Sijoituslupa ja johtotiedot kunnalta

Kunnan ja kaupungin alueille on lähes aina haettava sijoitettaville johdoille ja muille sähköverkon komponenteille sijoituslupa. Sijoituslupa ja johtotiedot haetaan Espoossa sähköisesti eLupa-palvelun kautta. Kauniaisten johtotiedot haetaan samasta eLupa-palvelusta kuin Espoossa ja sijoituslupa haetaan lomakkeella, ks. liite 1. Kuvassa 10 on Espoon sähköinen asiointipalvelu, josta voi hakea johtotietoja Kauniaisten kaupunginalueista.



ESPOO
ESBO

KIRJAUDU SISÄÄN FIN

Tervetuloa Espoon rakentamisen ja maankäytön sähköiseen asiointipalveluun.

Tämän palvelun avulla voit hakea

- Lupaa useimpiin rakentamista koskeviin hankkeisiin: rakennuksen rakentamiseen, muutokseen, laajentamiseen tai purkuun sekä muihin rakentamiseen liittyviin toimenpiteisiin
- Lupaa maankäyttöön liittyviin hankkeisiin: asemakaavan muuttamiseen tai siitä poikkeamiseen sekä rakentamiseen tai kiinteistön muodostamiseen asemakaava-alueen ulkopuolella
- Tonttijakoa tai tonttijonon muutosta
- Tontin lohkomista tai muuta asemakaava-alueen kiinteistötoimitusta tai rajan paikan osoittamista

Opastusvideot: [Käyttäjätunnuksen luonti](#), [Sähköisen asiointipalvelun käyttöopas](#)

Kirjaudu palveluun kirjoittamalla käyttäjätunnuksesi ja salasanasasi sekä napsauttamalla Kirjaudu sisään -painiketta.
[Luo uusi käyttäjätunnus](#) jos sinulla ei vielä ole omaa käyttäjätunnusta.

Käyttäjätunnus

Salasana

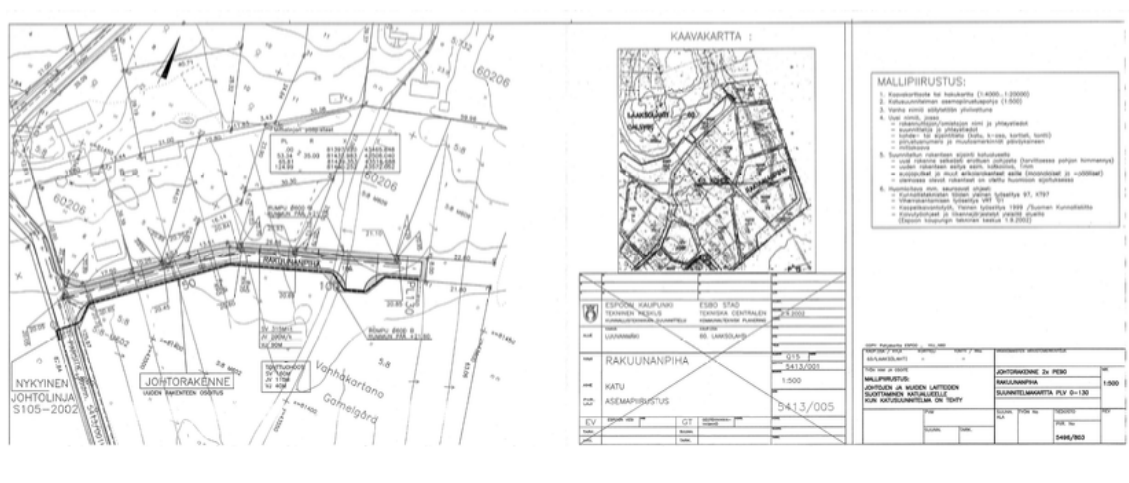
☐ Muista kirjautumiseni tässä tietokoneessa

[Unohtuiko salasana?](#)

Kirjaudu sisään

Kuva 10. Espoon eLupa-palvelu. [12.]

Sijoitussuunnitelma on yleensä tehtävä kadun tai puistoalueen asemapiirrookseen, joka toimitetaan haettaessa sijoituslupaa. Sijoitussuunnitelma tehdään ajantasaiselle kanta- tai johtokartalle, jos ajantasaista asemapiirustusta ei löydy kadusta tai viheralueesta noudatetaan jakeluverkon ohjeistusta. Jakeluverkon ohjeistus on, että tienrakennuksen yhteydessä suunnitellaan sijoitettavat laitteet alueelle. Tällöin tehdään suunnitelmat kadunrakennussuunnitelmalle, jonka saa kunnalta tai kaupungilta. Espoon ja Kauniaisten lupapalvelu ovat myös hyväksyneet sijoitussuunnitelmat, jotka on tehty verkkokarttaan. Kuva 11 on mallipiirustus sijoitusluvan hakua varten.



Kuva 11. Sijoitusluvan liitepiirustuksen mallipiirustus [13].

Espoossa ja Kauniaisissa lyhyillä maakaapelireiteillä ei aina tarvitse sijoituslupaa, mutta kaivulupa täytyy aina hakea.

Näissä seuraavissa tapauksissa, joissa on alle 20 metriä maakaapelointia, ei tarvitse hakea sijoituslupaa:

- kiinteistöliittymissä, silloin kun ei tarvitse alittaa katua
- kiinteistöliittymissä, silloin kun tarvitsee alittaa katua, mutta katu rakenteeltaan sorapäälysteinen
- muissa kiinteistöliittymiä koskevissa harkinnanvaraisissa tapauksissa, joissa asiasta päättävät katuluvan- ja sijoitusluvanmyöntäjät yhdessä
- kaapeli-asennuksissa, silloin kun putkitus on valmiiksi asennettu
- paikallisten vuotokohtien korjauksissa.

Edellisissä tapauksissa haetaan vain kaivulupa työlle ja tehdään johtokartoitus, kun kaivu työ ovat valmiit.

Sijoituslupa ratahallintokeskukselta

Rautatiealue on ensisijaisesti tarkoitettu vain rautatietoimintoja varten, jolloin sen ulkopuoliset johdot, kaapelit yms. tulee sijoittaa rautatiealueen ulkopuolelle. Jos kaapeli päätetään kuitenkin sijoittaa rautatiealueelle, johto on sijoitettava siten, ettei siitä eikä sen rakentamisesta, merkitsemisestä ja kunnossapidosta aiheudu haittaa sähkö- tai liikenneturvallisuudelle. Tämän lisäksi on otettava huomioon rautatiealueen nykyisen ja tulevan käytön, radan kunnossapidon ja rautatiealueella olevien johtojen ja laitteiden asettamat vaatimukset sekä ympäristöllisiin näkökohtiin on kiinnitettävä huomiota. Erityisesti on huomioitava, että rautatien sähköistys saattaa vaikuttaa ratkaisevasti kaapelin sijaintipaikan valintaan ja asennustapaan. [14.]

Sijoitussuunnitelma tulee aina laatia, kun rakennetaan ratahallintokeskuksen alueelle, pylväslinjaa, ilmajohtoa, maakaapelia tai muita laitteita. Suunnitelmaan merkitään kaapelin suojaustapa mekaanisia ja sähköisiä vaikutuksia vastaan. Sijoitussuunnitelmaa tehtäessä on otettava huomioon rataosan tulevat rakennussuunnitelmat. Tarvittaessa tehdään katselmus ratahallinnon rataisännöitsijän kanssa, jonka alueella ollaan. [14.]

Sähköverkon komponentin sijoituspaikan selvittämisen jälkeen laaditaan suunnitelma johdon rakentamisesta. Suunnitelma lähetetään kirjallisesti RHK:n valtuuttamalle luvan käsittelijälle risteämäluvan laadintaa varten, joka kuuluu rataisännöitsijän tehtäviin. Hakemuksesta sekä suunnitelmista tulee toimittaa kolme sarjaa taso- ja leikkauspiirustuksia mapitettuna. [13.]

Ratahallinnon lupahakemuksella tulee olla nämä asiat selvillä lupaa hakiessa:

- lyhyt selitys työstä
- sijainti- ja tyyppitiedot, esim. rataosa, kaupunki ja lähin osoite.
- työn tyyppi, esim, alitus, ylittys, sijoitus, purku tai louhinta
- kaapelin tiedot

risteämään, junaturvallisuuteen, tiedoissa oleviin suunnitelmiin, ajoneuvojen tai työkoneiden liikkumiseen rautatiealueella. [14.]

Sijoituslupa maanomistajalta

Maanomistajien kanssa kannattaa aloittaa neuvottelut jo suunnitelman varhaisessa vaiheessa, jos vaikka maanomistaja ei hyväksykään suunniteltua kaapelireittiä. Tällä tavoin vältetään ylimääräisiltä töiltä. Maanomistajilta haettavaan sijoituslupiin ei tarvitse tilata kantakarttaotetta tai tienrakennussuunnitelmaa, vaan sijoitettavat sähköverkon komponentin voidaan esittää sähköverkko kartalla. Sähköverkkokomponenttien jäädessä sähköverkonhaltijan käyttöön tulee maanomistajilta hakea maanomistajan suostumuksella. Suostumuksia lähetetään kaksi kappaletta, joista toinen jää maanomistajalle ja toinen lähetetään sähköverkonhaltijalle.

Puistomuuntamon sijoituslupa

Puistomuuntamon sijoitusluvan hakee aina arkkitehti. Puistomuuntamot luokitellaan Kauniaisten alueella rakennuksiksi, jonka vuoksi muuntamoiden sijoittamiseen tarvitaan arkkitehdin piirtämät piirustukset. Puistomuuntamot ovat ainoat sähköverkon komponenteista, jotka tarvitsevat arkkitehdin piirtämät rakennus- ja sijoituslupasuunnitelmat. Arkkitehdin tehtyä rakennus- ja sijoitussuunnitelmat, lähetään hän suunnitelmansa maastosuunnittelijalle, jonka jälkeen muuntamo sijoitetaan sille suunnitellulle paikalle.

Kaivulupa

Kaivulupa tulee hakea aina ennen kaivutyön aloittamista kadulla ja muulla yleisellä alueella. Kaivulupaa haetaan, kun sijoituslupa on myönnetty, muuten kaivulupaa ei voi hakea. Kaivulupa on maksullinen ja haetaan alueen omistajalta. Kauniaisissa kaivutyön valmistuttua tulee kaivajan hakea kartoitusta kaivamalleen alueelleen, jotta johtotietokartta pysyy ajan tasalla.

4.7 Sähkönjakelu keskeytykset projektin aikana

Suunnitellut työkeskeytykset tehdään Carunan sähkövahdissa kartalta. Sähkövahdin kautta tilataan suunnittelulle alueelle keskeytys. Keskeytys tilataan yleensä jakokaapin

vaihdon ajaksi ja kaapeleiden jatkojen tekemisen ajaksi sekä muihin verkonrakennusprojekteihin. Carunan määräysten mukaan suunnitellut keskeytykset saa maksimissaan kestää kolme tuntia.

Projektissa on suunniteltu tehtävän yksi keskeytys. Keskeytys tehdään, kun muuntamo ja KJ-verkko on saatu rakennettua. Keskeytys joudutaan tilaamaan, jotta saadaan tehtyä jatkot uudelta KJ-kaapelilta vanhalle KJ-kaapelille.

5 Yhteenveto

Insinööriyön kirjoittamista oikeaa projektia tehdessä oli erittäin opettavaista, koska teorian ja käytännön yhdistäminen on mielestäni tehokkain tapa kehittyä sekä oppia uutta.

Tämän työn tarkoituksena oli suunnitella ja rakentaa sähkönjakeluverkko kaava-alueelle Bredanniitynkujalle Kauniaisiin. Insinööriyön tavoitteena oli selvittää jakeluverkkojen suunnittelussa sekä työkarttojen laadinnassa huomioitavia asioita Kauniaisissa. Lisäksi tavoitteena oli käydä yleisesti läpi PKS:n sekä Caruna Espoo Oy:n vaatimuksia ja periaatteita, jotka suunnittelijan tulee ottaa erityisesti huomioon. Työ rajattiin koskemaan pelkästään kaupunkiverkkoa, joka on suurimmaksi osaksi maakaapeloitu.

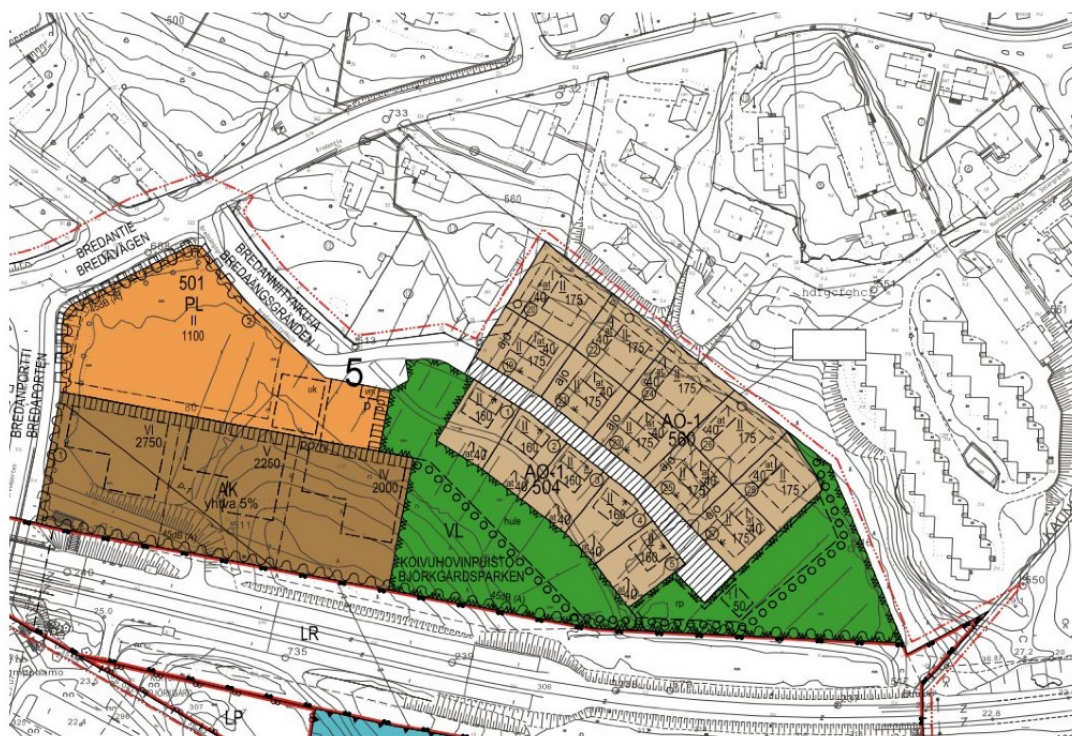
Insinööriyössä läpi käyty Bredanniitynkujan jakeluverkko on rakentamisen kannalta vielä kesken. Sähköinen suunnitelma ja purkus suunnitelma ovat valmiita ja ovat olleet hyväksyttävänä Carunan suunnittelijalla. Voisi sanoa, että projekti on puoliksi valmis. Alueelle on rakennettu jakokaapit ja niille on vedetty väliaikaiset syötöt, jotta tontteja ostaneet asiakkaat saavat sähköä. Projektissa on jäljellä rakentamatta muuntamo ja KJ-kaapeli. Nämä odottavat vielä lupia Kauniaisten kaupungilta sekä yksityisiltä omistajilta. Mielestäni projekti oli alueelta helppo suunnittelun ja rakentamisen kannalta, lukuun ottamatta junaradan alitusta ja KJ-ilmakaapelin purkua junaradan päältä, jotka ovat varmasti vaativia toteuttaa.

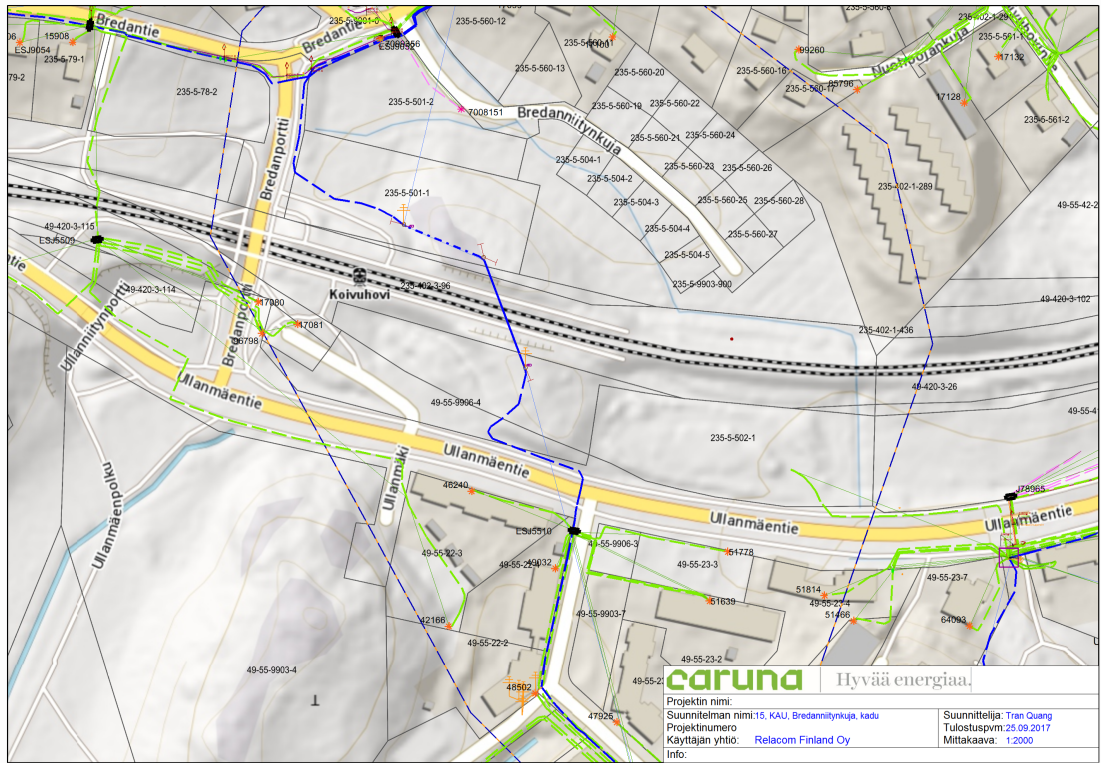
Projektin myötä on tullut opittua, miten monipuolisia tehtäviä on projektivastaavalla tämän kaltaisissa projekteissa. Kaikkien toimintojen ohjaaminen isomman projektin ohella ja järjestäminen sekä samanaikaisesti laskuttaminen oli todella haastavaa.

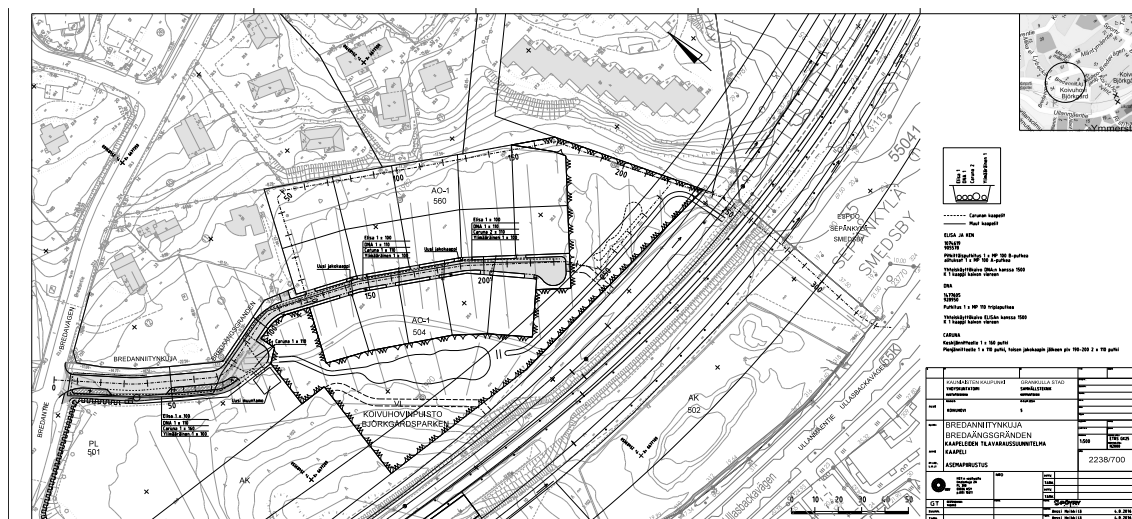
Lähteet

- 1 Relacom yritysesitys 2017. Yrityksen sisäinen dokumentti. Relacom Finland Oy. Luettu 07.10.2017.
- 2 Carunan yritysesitys 2017. Yrityksen sisäinen dokumentti. Caruna. Luettu 07.10.2017.
- 3 Carunan jakeluverkkoalueet. Verkkodokumentti.
<<https://www.caruna.fi/asiakaspalvelu/hinnastot-ja-sopimusehdot/hinnanmuodostuminen>>
- 4 Sähkömarkkinalaki. Verkkodokumentti.
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588>> Luettu 13.10.2017
- 5 Jakeluverkon dokumentointikäsikirja 2015. Ohje urakoitsijoille. Caruna. Luettu 13.10.2017
- 6 AXMK Voimakaapeli.
<<http://www.reka.fi/voimakaapelit/alumiinivoimakaapelit/axmk-voimakaapeli>>
- 7 SFS 6000-8-814. *"Pienjännitesähköasennukset"*. Osa 8-814: *"Täydentävät vaatimukset. Kaapelien asentaminen maahan tai veteen"*, 2012. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto. Luettu 22.10.2017
- 8 SFS 6002-641-642. *"Sähkötyöturvallisuus."* Liite Z: *"Työskentely jännitteisten osien läheisyydessä."*, 2007. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto. Luettu 24.10.2017.
- 9 Liikennevirasto 2014, 12. *"Puistomuuntamot ja kaapelinjakokaapit"*
<https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2014-15_sahko_telejohdot_web.pdf>
Luettu 29.10.17
- 10 ABB *"Kabeldon, kaapelijakokaapit ja kytkimet"*, 2012. Verkkodokumentti.
<https://library.e.abb.com/public/04669f417a032790c12573db003b0178/Kabeldon_final_lores.pdf> Luettu 09.11.17
- 11 Caruna *"Urakoitsijan vastuulla -> Liittymiskaapeli ja kaapeliojan kaivaminen"*
<https://caruna-cms-prod.s3-eu-west-1.amazonaws.com/web_caruna_rakentajan_sahkomuistio_fi.pdf?gK3NTPGLNhz8oVhEvy7AHiwwV7fiYqdG> Luettu 10.11.17
- 12 Espoo *"Sijoituslupa"* <[http://www.espoo.fi/fi-FI/Asuminen_ja_ymparisto/Asiakaspalvelu/Luvat_ja_ohjeet/Rakentamisen_luvat/Kaivutyot_yleisilla_alueilla/Sijoituslupa\(10132\)](http://www.espoo.fi/fi-FI/Asuminen_ja_ymparisto/Asiakaspalvelu/Luvat_ja_ohjeet/Rakentamisen_luvat/Kaivutyot_yleisilla_alueilla/Sijoituslupa(10132))>

- 13 Espoo ”sijoitusluvan liitepiirustusten mallipiirustukset”
<<http://www.espoo.fi/download/noname/%7B9F73DA6A-B73D-421A-82F8-58DF6B2DEFFF%7D/46490>>
- 14 Ratahallintokeskus ”Yleisohje johdoista ja kaapeleista ratahallintokeskuksen alueella” Verkkodokumentti.
<https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf4/rhk_b13_yleisohje_johdoista_kaapeleista.pdf> Luettu 12.11.2017

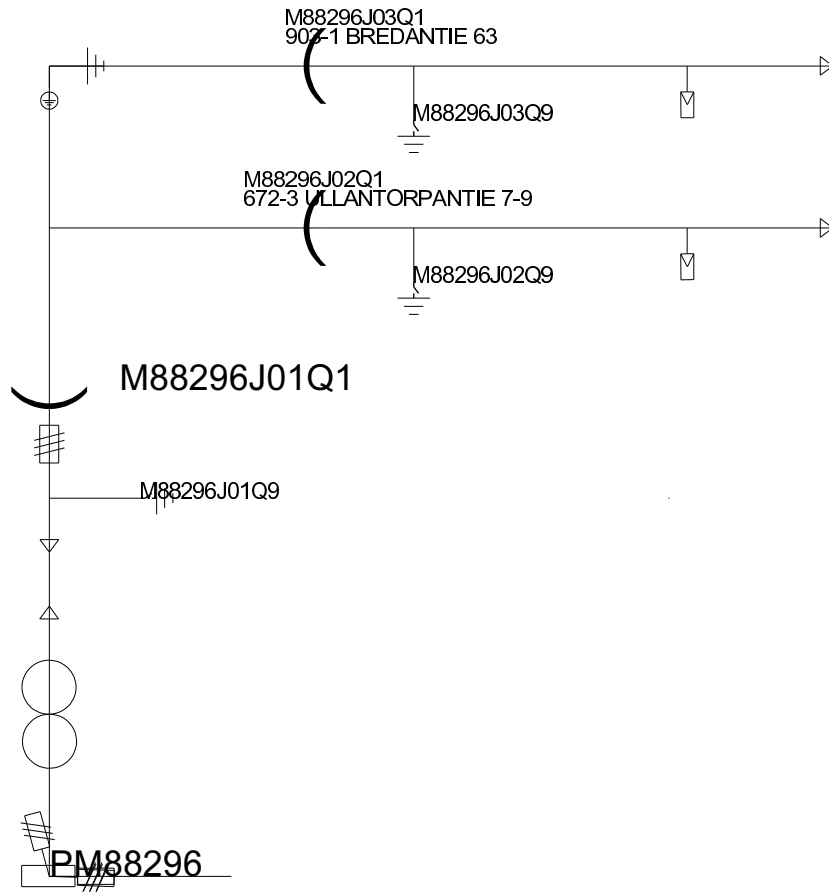








1 (2)

**Muuntamo**

Pääkytkin: M88296NOKM
 Muuntaja(t), kVA: 315
 Vaihtopvm:

PJ-syöttöjohto:

KJ-sulake:

KJ-johtolaji:

KJ-erotin:

KJ-kisko

25 A

KJ-kisko

M88296J01Q1

PJ-keskusTunnus: **M88296**Nimi: **Bredanniity**

Alue: Kauniainen

Tark.vuosi: 2017

Osoite: Bredanniitynkuja

Muuttaja: XTRANQUAN

Laji:

Käyttöönottopvm:

Muutospvm:

Tulostuspvm:

Puistomuuntamo

15.09.2017

25.09.2017

SIJOITUSLUPA



KAUNIAISTEN KAUPUNKI / KUNTA TEKNIIKKA
Rakennuskonttori, Oppilaskodintie 3, 02700 Kauniainen
kirjaamo@kauniainen.fi
Valvoja: puh. 09-5056391 fax. 09-5056533

Nro:

Pym.

H
A
K
I
J
AT
A
Y
T
T
A
A

1. LUVAN HAKIJA	Hakija	Puhelin
	Luvan toimitusosoite	fax.
	Yhteyshenkilö	sp.
2. KOHTEEN SIJAINTI	Kadun / puiston / muun yleisen alueen nimi	Puhelin
		Kortteli
		Tontti
3. SIJOITUKSEN TARKOITUS	<input type="checkbox"/> Jätevesi <input type="checkbox"/> Kaukolämpö <input type="checkbox"/> Sähkö <input type="checkbox"/> Data- / puhelinkaapeli <input type="checkbox"/> Vesi <input type="checkbox"/> Sähkö <input type="checkbox"/> TV- <input type="checkbox"/> Muu	
	<input type="checkbox"/> Kaivantoon tulee myös muiden kuin hakijan omistamia johtoja/ laitteita	
	<input type="checkbox"/> Kaivantoon ei ole tiedossa kuin hakijan omistamia johtoja/ laitteita	
4. LIITTEET	Piirustuksia	Liitepir. Nro
	Muuta hakemuksia kpl	
5. LUVAN HAKIJAN ALLEKIRJOITUS	Luvan hakijan tai hänen edustajansa allekirjoitus	Päivänmäärä
	Nimen selvennys	
Lupahakemukselle asetetut yleiset ehdot on esitetty sijoituslupa lomakkeen kääntöpuolella.		

K
A
U
P
U
N
K
I
T
Ä
Y
|T

6. LUVAN MAHDOLLISET LISÄEDOT	<input type="checkbox"/> pysyvä		Sijoituslupa on voimassa			
	Sijoituslupa on	<input type="checkbox"/> tilapäinen	pvm	kk	vuosi	asti
Lausunto pyydetty						
Maankäyttö	<input type="checkbox"/>					
Vesihuolto	<input type="checkbox"/>					
Ympäristösihteeri	<input type="checkbox"/>					
Kaupunginpuutarhuri	<input type="checkbox"/>					
Muut	<input type="checkbox"/>					
8. VALVOJAN ALLEKIRJOITUS	puolan <input type="checkbox"/>			Päivänmäärä		
	en puola <input type="checkbox"/>					